

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1898-99. — N° 92.

DE LA TECHNIQUE
DES
RAYONS DE RÖNTGEN
ET DE LEUR APPLICATION
DANS CERTAINES AFFECTIONS CHIRURGICALES

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 24 Janvier 1899.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Hubert BOPPE

Né le 8 Août 1874, à Pagny-sur-Moselle (Meurthe-et-Moselle).

Élève de l'École du Service de Santé Militaire.



LYON

A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR DE L'UNIVERSITÉ

4, RUE GENTIL, 4

Janvier 1899

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1898-99. — N° 92.

DE LA TECHNIQUE
DES
RAYONS DE RÖNTGEN

ET DE LEUR APPLICATION]

DANS CERTAINES AFFECTIONS CHIRURGICALES

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 24 Janvier 1899.

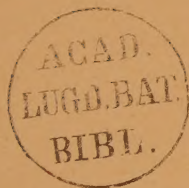
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Hubert BOPPE

Né le 8 Août 1874, à Pagny-sur-Moselle (Meurthe-et-Moselle).

Élève de l'Ecole du Service de Santé Militaire.



LYON

A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR DE L'UNIVERSITÉ

4, RUE GENTIL, 4

—
Janvier 1899

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. LORTET. Doyen.
LACASSAGNE Assesseur.

PROFESSEURS HONORAIRES
MM. PAULET, CHAUVEAU, BERNE.

PROFESSEURS

Cliniques médicales.	MM. LÉPINE.
	BONDET.
Cliniques chirurgicales.	OLLIER.
	PONCET.
Clinique obstétricale et Accouchements.	FOCHIER.
Clinique ophtalmologique.	GAYET.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	GAILLETON.
Clinique des maladies mentales.	PIERRET.
Physique médicale.	MONOYER.
Chimie médicale et pharmaceutique.	HUGOUNENQ.
Chimie organique et Toxicologie.	CAZENEUVE.
Matière médicale et Botanique.	FLORENCE.
Zoologie et Anatomie comparée.	LORTET.
Anatomie.	TESTUT.
Anatomie générale et Histologie.	RENAUT.
Physiologie.	MORAT.
Pathologie interne.	TEISSIER.
Pathologie externe.	AUGAGNEUR.
Pathologie et Thérapeutique générales.	MAYET.
Anatomie pathologique.	TRIPPIER.
Médecine opératoire.	POLLOSSON (M.)
Médecine expérimentale et comparée.	ARLOING.
Médecine légale.	LACASSAGNE.
Hygiène.	BARD.
Thérapeutique.	SOULIER.
Pharmacie.	CROLAS.

PROFESSEUR ADJOINT

Clinique des Maladies des Femmes.	LAROYENNE.
---	------------

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Clinique des Maladies des Enfants.	WEILL, agrégé.
Maladies des oreilles, du nez et du larynx.	LANNOIS, agrégé.
Accouchements.	POLLOSSON (A.) —
Botanique.	BEAUVISAGE. —

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
BEAUVISAGE.	ROLLET.	DURAND.	PAVIOT.
CONDAMIN.	ROUX.	DOYON.	NOVÉ-JOSSERAND
COURMONT.	COLLET.	BARRAL.	BÉRARD.
DEVIC.	BOYER.	MOREAU.	BORDIER.
POLLOSSON (A.)	VALLAS.	PIC.	SAMBUC.
ROCHET.	SIRAUD.		

M. BEAUDUN, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. PONCET, Président ; M. CONDAMIN, Assesseur ;
MM. COLLET et NOVÉ-JOSSERAND, Agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA SŒUR ET A MES FRÈRES

A MON ONCLE LOUIS

A MES TANTES

A MES PARENTS

A mon Président de Thèse

M. LE PROFESSEUR PONCET

Chevalier de la Légion d'honneur,
Membre correspondant de l'Académie de Médecine

AVANT-PROPOS

Au moment de quitter l'Université lyonnaise et l'Ecole du Service de Santé militaire, nous tenons à adresser l'expression de notre reconnaissance à ceux de nos maîtres civils et militaires qui nous ont témoigné de l'intérêt.

M. le professeur Poncet nous a fait l'insigne honneur d'accepter la présidence de notre thèse. Nous le prions de recevoir l'hommage de notre respectueuse gratitude et de notre sincère admiration.

Merci à tous ceux de nos camarades avec lesquels nous avons eu de bonnes relations et, plus particulièrement, à ceux qui furent pour nous de véritables amis.

H. B.

INTRODUCTION

La découverte de Röntgen a eu le privilège de passionner un grand nombre de savants, heureux de pénétrer dans un monde nouveau. Les médecins et les chirurgiens se sont emparés à leur tour de ce puissant moyen d'investigation et chacun s'est efforcé de trouver dans cette mine si riche un filon inexploité.

Déjà des traités didactiques nombreux ont été publiés ; les principaux sont ceux de Van Heurck, d'Imbert et Bertin-Sans, de Buguet, de Niewenglowski, de Brunet, de Londe. Plusieurs thèses ont été inspirées par cette question ; la plus récente et la plus complète a été soutenue par M. Bouchacourt. En même temps, les communications aux sociétés savantes se multipliaient ; aux pionniers de la première heure, MM. Oudin et Barthélemy, viennent se joindre une légion de chercheurs dont beaucoup comme MM. Destot, Leduc, Beclère, Bergonié, de Bourgade ont fait faire à la découverte du professeur de Würzbourg des pas de géant.

Sollicités de toutes parts, les constructeurs se sont ingénies à augmenter la puissance de leurs appareils et, chaque année, presque chaque mois, voit se produire un instrument plus parfait. C'est ainsi que MM. Widtz et Rochefort

viennent de doter la technique des rayons X d'un transformateur dit *unipolaire* qui laisse bien loin en arrière les machines statiques.

Aussi, malgré l'importance et le nombre des ouvrages déjà parus, avons-nous cru faire œuvre utile en exposant les recherches et les découvertes les plus récentes qui se rapportent à la technique et à quelques-unes des nombreuses applications chirurgicales de ce nouveau procédé.

DE LA TECHNIQUE
DES
RAYONS DE RÖNTGEN
ET DE LEUR APPLICATION
DANS CERTAINES AFFECTIONS CHIRURGICALES

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE GÉNÉRALE

HISTORIQUE

Dans sa notice sur l'appareil d'induction de Ruhmkorff, du Moncel attribue à Grove les premières recherches sur les caractères que présente l'étincelle électrique dans un récipient soumis à l'action du vide produit par la machine pneumatique. Après lui, Quet étudia les stratifications qui se développent dans l'œuf électrique et reconnut qu'elles tendaient à disparaître quand le vide devenait de plus en plus parfait. Gargain, Masson, de la Rive et du Moncel ont continué ces expériences et ont remarqué que, quand l'air était suffisamment raréfié, la boule positive s'illuminait seule et que celle-ci était entourée d'une lueur blanchâtre tirant quelque peu sur le vert. Gassiot a confirmé

ces résultats et a prouvé que dans le vide absolu aucune lumière ne se produisait et que le courant électrique ne passait plus. En 1875, Hittorf reprit cette étude, mais sans rien ajouter aux découvertes des physiciens français.

W. Crookes, en faisant ses belles recherches sur la matière radiante en 1879, trouva que, sous une pression de quelques millièmes d'atmosphère, les gaz présentaient des propriétés nouvelles et des plus remarquables. En faisant passer le courant d'une bobine d'induction au travers d'une ampoule où le vide avait été porté à ce degré, il reconnut que le pôle négatif ou cathode émettait des rayons qui venaient illuminer la paroi opposée de l'ampoule, quelle que soit la place occupée par le pôle positif. Ce n'était donc pas le courant électrique qui produisait cette fluorescence, mais bien des rayons d'une nature particulière qu'il désigna sous le nom de matière radiante. Il démontra que ces rayons se propagent en ligne droite, perpendiculairement à la cathode, qu'ils sont capables de produire des effets mécaniques tels que la mise en mouvement d'un tourniquet et des effets calorifiques suffisants pour fondre du platine. Ces rayons peuvent être déviés par l'aimant comme le courant électrique et ils provoquent les mêmes réactions chimiques que la lumière (noircissement du chlorure d'argent, etc.).

Les belles expériences de Crookes furent reprises en 1894 par P. Lénard, préparateur de Hertz. Il désigna les rayons émis par le pôle négatif sous le nom de rayons cathodiques et constata qu'ils étaient doués de la propriété de traverser quelques corps opaques comme l'aluminium. Il reconnut qu'une plaque photographique placée dans une boîte en aluminium entièrement fermée était impression-

née, si elle se trouvait sur le trajet de ces rayons. Une lame de quartz placée sur cette boîte préservait la partie de la plaque photographique sous-jacente. Celle-ci développée ne présentait aucune image à l'endroit correspondant à la lame de quartz, tandis qu'elle était voilée, comme si elle avait été exposée à la lumière, dans toutes les parties préservées seulement par l'aluminium. C'était, comme on le voit, presque la découverte de Röntgen.

Le professeur de Wurtzbourg étudiant, l'année suivante, les propriétés des rayons cathodiques, entoura le tube de Lénard d'un écran de papier noir s'y adaptant exactement et constata que, dans une salle où l'obscurité était complète, un papier dont une face était recouverte de platino-cyanure de baryum présentait une fluorescence brillante et qu'en plaçant la main entre l'ampoule et le papier, l'image du squelette des doigts apparaissait nettement en noir, arrêtant les rayons que les chairs laissaient passer facilement. Il publia cette découverte dans les *Annales de la Société physico-médicale de Wurtzbourg* au mois de décembre 1895.

Cette expérience eut un grand retentissement. Elle fut répétée à l'envi dans tous les laboratoires et on reconnut que les rayons X, comme les désignait Röntgen, traversaient toutes les substances, même les plus opaques à la lumière ordinaire. Un livre de mille pages, plusieurs planches de bois de 3 centimètres d'épaisseur les laissent passer. Les métaux, bien que moins transparents, sont aussi perméables à ces rayons. Certains d'entre eux, comme l'aluminium, se laissent traverser plus facilement que le cristal et le verre, corps que nous avons l'habitude de considérer comme tout à fait translucides.

D'où proviennent donc ces rayons? — Non plus du pôle négatif comme les rayons cathodiques, mais de la partie de l'ampoule qui est frappée par ceux-ci, et qui, sous leur influence, est devenue fluorescente. C'est donc à l'endroit où se sont arrêtés ces rayons cathodiques, que prennent naissance les rayons de Röntgen dont les propriétés diffèrent beaucoup d'ailleurs de celles des premiers.

Tandis que les rayons émis par la cathode sont déviés par un aimant, ne peuvent se propager hors de l'ampoule dans l'atmosphère ordinaire, et sont incapables de traverser la plupart des corps opaques, les rayons X se dirigent à plusieurs mètres en ligne droite, sans se réfracter, se réfléchir, ou se polariser, et sans présenter de déviation sous l'influence du champ magnétique le plus intense. Leur action chimique est considérable; ils agissent de la même manière que la lumière sur les plaques au gélatino-bromure.

Les premières photographies obtenues au moyen des rayons de Röntgen étaient loin d'offrir une netteté suffisante, pour peu que les corps radiographiés présentassent quelque épaisseur.

Cela tenait à l'étendue du foyer qui émettait ces rayons et qui était constitué par toute la paroi de l'ampoule opposée à la cathode.

Aussi a-t-on cherché à limiter ce foyer dans un espace aussi restreint que possible. Mettant à profit l'action de l'aimant sur les rayons cathodiques, Imbert et Bertin-Sans firent usage d'un aimant directeur pour concentrer ces rayons en un point de l'ampoule. Mais on a reconnu qu'il était préférable de les recevoir sur une lame de pla-

tine inclinée, qui donnerait ainsi naissance sur une faible surface, aux rayons X.

C'est sur ces données que Jackson et le professeur S. Thompson ont fait construire les premières ampoules donnant des résultats satisfaisants. Depuis, ces appareils ont été modifiés par divers constructeurs. Nous les étudierons plus loin avec détails, car leur importance est extrême dans la technique de la radioscopie.

Nous ne nous étendrons pas longuement sur la nature des rayons découverts par Röntgen, cette étude, en effet n'offrirait ici aucun intérêt pratique. Nous nous bornerons à les considérer, avec la plupart des physiciens, comme des radiations analogues aux rayons ultra-violets du spectre solaire, mais possédant une longueur d'onde beaucoup plus courte, d'où leur extrême pénétration.

CHAPITRE PREMIER

MATÉRIEL

Avant d'aborder la technique de ces rayons et de parler de leurs applications, il est nécessaire de passer en revue les appareils qui servent à les produire.

La bobine d'induction employée par les premiers expérimentateurs nécessite une source d'énergie assez importante pour peu qu'on lui demande des étincelles longues et abondantes. Aussi, avant d'étudier les appareils producteurs d'électricité : machines, piles, accumulateurs, il nous semble utile de parler des machines statiques qui dispensent d'y recourir, puisque leur fonctionnement seul fournit l'électricité de tension réclamée par les tubes de Crookes.

Depuis Ramsdem ces machines ont fait des progrès considérables : les appareils de Holz, Carré, Wimshurst permettent, quand ils ont de grandes dimensions, d'obtenir des étincelles dépassant 20 centimètres. M. Destot de Lyon, un des premiers, dès 1896, partisan convaincu de la supériorité des machines statiques sur la bobine, a étudié la machine Carré dans ses moindres détails au point de vue de son application à la production des rayons X et lui a apporté de tels perfectionnements qu'elle l'emporterait sur la bobine de Rhumkorff si, comme nous le verrons plus loin,

M. Rochefort n'était parvenu à donner à son transformateur unipolaire toutes les propriétés des machines statiques les plus puissantes.

Dans son travail inaugural, M. Bouchacourt étudie avec détails l'influence des condensateurs sur la production des rayons dans l'ampoule, les dispositions les plus favorables pour y amener le courant électrique, etc.

Nous nous contenterons de rappeler les conclusions auxquelles il est arrivé : D'après lui, la machine du modèle Carré doit être préférée, à cause de la fixité de sa polarité. La vitesse de rotation des plateaux doit atteindre au moins six cents tours par minute. Le circuit doit être interrompu seulement en un point, sur le conducteur négatif, au moyen d'un détonateur. En reliant le pôle positif de la machine à la terre, on peut à la fois éclairer l'ampoule et ne percevoir aucune commotion, ni même la moindre sensation désagréable en touchant l'extrémité positive de cette ampoule ou le fil qui la fait communiquer avec le sol. Cette découverte est des plus importantes, puisqu'elle permet l'introduction d'une partie de l'ampoule dans les cavités naturelles, ce qui constitue l'endoradioscopie.

M. Remond assure avoir trouvé le moyen, par un tour de main qu'il tient secret encore, de donner à toutes les bobines d'induction la propriété de pouvoir être rendues unipolaires et de remplacer ainsi les machines statiques.

Si ces dernières offrent des avantages indiscutables en supprimant les appareils compliqués et onéreux qui doivent fournir aux bobines l'énergie électrique nécessaire à leur fonctionnement, elles ont cependant certains inconvénients. Pour permettre la radioscopie intensive, dont nous nous occupons plus particulièrement dans ce travail,

il faut donner à ces machines d'énormes dimensions, car on est obligé de multiplier beaucoup le nombre de leurs plateaux.

De plus, si on veut les soustraire à l'influence de l'humidité si néfaste, puisqu'elle rend leur fonctionnement sinon impossible, du moins très difficile, on doit les enfermer dans une caisse qui augmente encore leur volume et les rend peu transportables. Aussi ne pouvons-nous partager l'avis de M. Bouchacourt qui pense que ces appareils doivent être préférés dans la chirurgie de guerre pour être employés dans les ambulances. Il nous paraîtrait plus rationnel d'utiliser une petite dynamo qui, actionnée par un ou deux hommes, fournirait le courant nécessaire à une bobine sur laquelle l'humidité n'a aucune prise. Le tout pourrait tenir dans deux cantines formant à peine la charge d'un mulet ; surtout si l'on fait usage des nouveaux transformateurs qui, comme nous le verrons, ne demandent que très peu d'énergie électrique.

Nous voyons donc qu'à moins de perfectionnements la machine statique doit, sauf peut-être dans le cabinet du praticien, céder le pas à la bobine d'induction, car celle-ci est beaucoup plus transportable, plus robuste et aussi plus puissante. On considère en effet comme rares les machines statiques dont l'étincelle dépasse 40 centimètres, et pourtant cette longueur fournie aujourd'hui par beaucoup de transformateurs est nécessaire pour permettre au chirurgien de constater nettement, au moyen de l'écran fluoroscopique, un projectile dans n'importe quelle partie du corps humain.

Sources d'électricité.

Le choix de la source d'électricité qui doit alimenter le transformateur dépend absolument des conditions où est placé l'opérateur et des ressources que lui offre la localité qu'il habite. S'il peut relier sa salle d'examen à une canalisation fournissant la lumière électrique sous forme de courant continu, il a tout intérêt à le faire, car c'est la solution la moins coûteuse, celle qui donne les meilleurs résultats, enfin celle qui cause le moins d'ennuis et de dérangements.

Son installation devra comporter un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant, un coupe-circuit pour arrêter ce dernier s'il devenait trop fort, et enfin un rhéostat d'un modèle particulier pour diminuer l'ampérage de ce courant généralement trop énergique pour les bobines d'induction. S'il ne possède pas cette ressource, mais qu'il ait à sa disposition une force motrice il pourra l'employer à actionner une petite dynamo qu'il reliera à son appareil. Une bonne précaution dans ce cas pour régulariser le courant sera d'interposer entre la machine et la bobine quelques accumulateurs.

Dans beaucoup de circonstances il faut se contenter d'accumulateurs ou de piles. S'il existe dans le voisinage un industriel possédant la lumière électrique, qui puisse charger des accumulateurs, c'est à ces appareils que l'opérateur doit avoir recours, en choisissant un modèle d'au moins 45 ampères-heures. Les deux principaux inconvénients des accumulateurs résident d'une part dans la nécessité de les maintenir constamment chargés, autre-

ment ils se détériorent très vite et d'autre part dans leur poids considérable qui rend leur transport difficile.

Enfin, si on n'a à sa disposition aucun des moyens dont nous venons de parler il faut faire usage des piles. Selon que l'on voudra posséder une installation fixe ou des appareils pouvant se transporter facilement, on s'adressera dans le premier cas aux piles à deux liquides séparés par un vase poreux comme celles du modèle Füller ou Radiguet de grandes dimensions.

Si au contraire on tient à avoir une source d'électricité facilement transportable et peu encombrante, on utilisera les piles Renard, légères et puissantes mais malheureusement d'un prix assez élevé. Trouvé à établi depuis longtemps déjà une batterie de piles au bichromate dont les éléments sont renfermés dans des vases en ébonite : huit éléments suffirent à actionner un transformateur de Rochefort de 50 centimètres d'étincelle. En sortant les zincs du liquide quand la bobine ne fonctionne pas, on a sous la main une source d'électricité assez commode et d'assez longue durée si les examens ne sont pas trop fréquemment répétés.

Quelques précautions sont nécessaires si l'on se sert de piles ou d'accumulateurs. Au début de leur fonctionnement, il se produit ce que l'on nomme le coup de fouet, c'est-à-dire une production d'électricité considérable qui peut détériorer les appareils, si l'on ne prend certaines dispositions pour y remédier. Avec les accumulateurs un rhéostat et un ampère-mètre sont indispensables pour régler leur débit. Celui des piles se diminue facilement en graduant l'immersion des zincs.

D'après Ducretet, il faut seize éléments de pile pour remplacer dix accumulateurs.

On a proposé de charger ces derniers avec des piles, mais cette complication est loin d'être économique et ne dispense pas de l'entretien de ces appareils.

Avant de commencer l'étude des bobines d'induction, nous devons expliquer notre préférence pour les instruments de grande puissance dont la longueur d'étincelle atteint 50 centimètres, car seuls (nous en avons fait souvent l'expérience) ils permettent de reconnaître une balle au travers du crâne ou des masses musculaires et osseuses du bassin ; sans doute avec des bobines moins fortes on arrive, en photographiant la partie du corps soumis à l'examen, aux mêmes résultats avec un temps de pose plus ou moins long. Mais sans parler de l'immobilité que doit garder le patient, que de difficultés pour reconnaître l'endroit exact où se trouve un corps étranger ! Il faut se servir d'instruments compliqués dont le nombre seul montre l'impuissance, prendre au moins deux épreuves photographiques, etc. Et, si une erreur s'est glissée dans un calcul, si l'on s'est trompé dans le maniement de l'appareil, le chirurgien qui ne rencontre pas le projectile est obligé de suspendre son opération et d'attendre le résultat de nouvelles investigations.

Une bobine puissante, au contraire, éclaire suffisamment l'ampoule pour voir à chaque instant au moyen de l'écran radioscopique ce corps étranger et se rendre un compte exact de la région où il se trouve.

Cet avantage est inappréciable et doit faire passer sur le prix plus élevé des grosses bobines. Tous les médecins qui ont eu l'occasion de s'en servir pour l'examen des

organes contenus dans la cage thoracique, ont reconnu leur supériorité et, si l'on tient à conserver une épreuve photographique de la lésion, on l'obtiendra avec ces appareils d'une manière presque instantanée pour les membres et ne dépassant pas deux minutes pour le crâne et le bassin.

Les premières bobines fondées sur le principe de l'induction des courants électriques furent inventées par Masson en 1836. M. Rhumhorff, habile constructeur, les perfectionna et, s'aidant des recherches de Ritchie, de l'abbé Laborde et surtout de Poggendorff, augmenta tellement leur puissance que l'on s'est habitué à leur donner son nom.

Comme le praticien qui veut utiliser les propriétés des rayons X doit être familiarisé avec cet appareil ; on ne nous saura pas mauvais gré de rappeler en quelques lignes les détails de sa construction.

On sait que cette bobine est composée d'un faisceau de fils de fer doux, autour duquel est enroulé un gros fil de cuivre isolé, de 3 millimètres de diamètre environ sur quatre couches successives. Toute cette partie est enveloppée dans une gaine isolante : tube de verre, de carton ou d'ébonite. Sur ce tube sont disposées une série de galettes formées chacune par des spires de fil de cuivre très fin isolé à la soie, l'extrémité du fil situé à la circonférence étant reliée au bout central du fil de la galette voisine, séparée de la précédente par une couche de substance isolante. Le diamètre de chacune de ces bobines secondaires varie suivant la puissance de l'appareil ; il en est de même du nombre des galettes.

Bien que des mesures précises n'aient pas encore été prises, d'après les expériences de Waren de la Rue et de

Muller, on peut sans exagération évaluer à 400.000 volts la différence de potentiel aux bornes du circuit secondaire d'une bobine donnant 50 centimètres d'étincelle. C'est pour répartir dans toute la longueur de la bobine cette force énorme que l'on est amené à augmenter le nombre de galettes, afin que chacune n'ait à supporter qu'une partie du courant. Malgré cette précaution, et quelque soin que l'on prenne pour bien isoler chaque spire, il se produit une déperdition considérable, ce qui force les constructeurs à employer une longueur de fil très grande allant jusqu'à 100 kilomètres pour obtenir une tension suffisante. On comprend que, si l'isolant était plus parfait, on n'aurait pas besoin d'augmenter ainsi la longueur de l'induit.

MM. Widtz et Rochefort ont pu en effet construire des appareils aussi puissants que leurs concurrents en se servant d'une quantité de fil dix fois moindre, grâce à la découverte d'une nouvelle substance isolante de consistance semi-liquide dont la résistivité est énorme et qui, par suite de cette fluidité, obturerait toute perforation dans le cas où elle viendrait à se produire.

La voie avait été tracée déjà dans ce sens, il y a plus de trente ans par Jean qui, le premier, a pu fabriquer une bobine donnant des étincelles de 40 centimètres, en immergeant son appareil dans un vase contenant de l'essence de térébenthine, substance dont la résistance au courant électrique est bien connue.

Pour diminuer l'intensité de l'étincelle, due à l'extracourant qui se produit à chaque fermeture du courant primaire dans le gros fil de l'inducteur, Fizeau a imaginé de mettre les extrémités de ce dernier en contact avec un

grand condensateur composé de feuilles d'étain séparées par du papier enduit de paraffine ou de résine.

Plusieurs constructeurs divisent ce condensateur en un certain nombre de parties que l'on peut rendre indépendantes ou réunir entre elles au moyen de clés. Ils pensent qu'en variant de cette manière l'étendue de la surface condensante ; selon que l'on se sert de la bobine pour la radioscopie ou la radiographie, on obtient de meilleurs résultats. Nous n'avons pas constaté que la différence soit bien sensible. Cependant ces sortes de condensateurs peuvent rendre des services, quand on emploie des sources d'électricité différentes avec la même bobine. Plus l'ampérage est élevé, plus grand doit être le condensateur.

Un dernier organe, et non le moins important, est constitué par l'interrupteur. Primitivement, il était formé par une lame d'acier qui, vibrant sous l'influence de l'aimantation du faisceau de fil de fer, venait s'appuyer contre une pointe de platine et ouvrait et fermait ainsi alternativement le courant. Cette disposition permettait d'avoir un mouvement rapide qui est une condition des plus favorables, puisqu'on démontre que la force électromotrice du courant induit est en raison inverse de la durée du courant primaire. Malheureusement ce trembleur a dû être abandonné pour les grandes bobines qui exigent un courant très intense, qui fait fondre les contacts de platine, amène leur soudure et, en tous cas, occasionne leur usure rapide.

Foucaud, par son interrupteur à mercure, a remédié à cet inconvénient, mais au prix de la rapidité des oscillations qui déterminent l'ouverture et la fermeture du courant ; toutefois comme les contacts étaient plus parfaits, l'élin-

celle devenait plus fournie et plus longue. Cet appareil, lorsqu'on le fait fonctionner à grande vitesse, a le défaut de projeter hors du vase qui le renferme le mercure et le liquide qui recouvre ce dernier par suite de l'obliquité du mouvement de la tige qui fouette en quelque sorte la surface de ces liquides.

L'examen radioscopique nécessitant une grande fixité de l'image produite sur l'écran il faut que les interruptions soient assez rapides pour que l'étincelle soit continue.

D'Arsonval et Londe eurent l'idée d'employer un moteur électrique et chaque constructeur a construit sur ce principe excellent des interrupteurs fonctionnant d'une manière irréprochable.

Radiguet, pour obvier à l'oxydation du mercure et éviter de se servir d'une source d'électricité séparée pour actionner le trembleur, a établi un bon appareil très robuste dans lequel les contacts se produisent entre deux pointes de cuivre, au milieu d'un récipient rempli d'huile lourde de pétrole.

MM. Widtz et Rochefort ont ingénieusement ressuscité l'interrupteur de Foucaud et ont pu lui faire produire des oscillations aussi rapides que celles du diapason. Au moyen d'un dispositif particulier, ils ont donné à la tige de cuivre qui s'enfonce dans le mercure une marche tout à fait rectiligne qui évite la projection du liquide. Cet appareil, qui ne consomme qu'un courant de quelques dixièmes d'ampère et de 5 volts, est actionné par une dérivation prise sur le courant primaire. Il présente, en outre, l'avantage de permettre de graduer, sans rhéostat particulier, l'ampérage du courant lancé dans la bobine

en faisant plonger plus ou moins la tige de cuivre dans le mercure.

La consommation d'électricité par la bobine d'induction est importante à connaître. On sait que cet appareil n'est qu'un transformateur de l'énergie électrique. Il change un courant d'une grande intensité et de faible tension en un courant beaucoup moins intense, mais ayant une force électromotrice très considérable. Ou, pour parler le langage des physiciens en nous aidant d'un exemple, si nous lançons dans la bobine un courant de 8 ampères et de 24 volts (soit un total de près de 200 watts) qui représentent l'énergie électrique fournie par douze accumulateurs nécessaires pour actionner les bobines de 50 centimètres de longueur d'étincelle, nous obtenons un courant induit de 300 à 400.000 volts, mais atteignant à peine un millième d'ampère qui équivaut à 30 à 40 watts. C'est un rendement de 15 pour 100. Nous avons vu que cette perte considérable tenait aux fuites qui se produisent sous la forme d'effluves entre les spires du fil enduit, par suite de l'insuffisance de la résistance de l'isolant employé.

Le rendement plus élevé du transformateur Widtz-Rochefort en fournit une preuve évidente. Le Dr Bardet, en présentant cet appareil à la Société de thérapeutique, dans la séance de novembre 1897, a montré, qu'à longueurs égales d'étincelle il consommait quatre fois moins d'électricité que les bobines du système Rhumkorff et évalue son rendement à 50 pour 100. Au moyen d'un ampère-mètre très sensible, nous avons constaté nous-mêmes à plusieurs reprises que le nouveau transformateur pouvait donner des étincelles de 50 centimètres avec six accumulateurs, auxquels il ne demandait que 4 ampères

et 12 volts, soit 48 watts, au lieu de 200 consommés par les anciennes bobines. MM. d'Arsonval, Londé et Bouchacourt ont signalé des résultats analogues.

Nous ne pouvons passer sous silence une des particularités intéressantes de l'appareil Rochefort, puisqu'elle permet de se servir d'ampoules de puissances différentes. C'est la souplesse de son rendement : selon que l'on augmente ou que l'on diminue le nombre des piles ou des accumulateurs, on peut faire varier la longueur de l'étincelle.

L'aspect de celle-ci présente d'ailleurs des différences assez notables avec celles fournies par les bobines du type Rhumkorff. Au lieu de deux ou trois filaments lumineux qui se produisent entre les bornes de l'induit de ces dernières, nous n'avons plus avec le transformateur Rochefort qu'un seul filament lumineux, mais plus gros, mieux nourri et doué de propriétés calorifiques plus sensibles. Il enflamme facilement le papier, et le courant qui le traverse a une intensité ou un ampérage plus élevé.

Au point de vue physiologique, les commotions ressenties en touchant le circuit induit des appareils du modèle ancien sont certainement plus fortes et plus pénibles à supporter. De ces expériences, on peut conclure qu'à longueur égale d'étincelle, le courant des bobines Rhumkroff a une tension plus grande et une intensité moindre que celui des nouveaux transformateurs.

Quant à la production des rayons de Röntgen, il nous paraît difficile, en l'absence de mesures photométriques précises, d'affirmer la supériorité de l'un ou de l'autre modèle. Cependant, nous avons remarqué que le temps de pose est généralement plus court avec le transformateur Rochefort, lorsqu'on en fait usage pour la radiographie.

Dans sa thèse citée plus haut, le D^r Bouchacourt émet l'opinion que les appareils de Rochefort donnant 25 centimètres d'étincelle, fournissent des résultats radioscopiques presque égaux à ceux produits par les bobines de 35 centimètres d'étincelle des autres constructeurs.

En parlant de machines statiques, nous avons dit quelques mots du nouveau transformateur unipolaire de Rochefort. Il est bon d'y revenir en indiquant le principe de sa construction.

Le plus petit modèle de ce fabricant donne une étincelle de 20 centimètres. Il ne comporte qu'une galette sur laquelle sont enroulés environ 600 grammes de fil de cuivre de 14/100 de millimètre de diamètre, et qui est placée au centre du circuit inducteur, le tout étant noyé dans l'isolant particulier qui constitue la plus grande qualité de ces appareils. On comprend que, grâce à sa simplicité, on puisse sans craindre la moindre détérioration, faire varier à son gré le pôle dont on veut rendre la tension nulle, en le faisant communiquer avec la terre. Il faut, bien entendu, assurer en même temps la communication au sol du courant primaire correspondant.

Cette disposition si simple, loin de diminuer la longueur de l'étincelle, la rend plus puissante.

Tous les effets physiologiques et thérapeutiques que l'on demande aux machines statiques peuvent être produits avec cet appareil, depuis le soufle jusqu'aux commotions les plus énergiques, en se servant du même dispositif.

M. Rochefort construit d'autres modèles de transformateurs unipolaires pouvant donner jusqu'à 40 centimètres d'étincelle. En rappelant la manière dont est disposé le circuit induit dans la bobine de Rhumkorff, nous avons

vu que les différentes galettes qui la constituent sont assemblées en tension, c'est à-dire que l'extrémité périphérique des fils de chacune des bobines secondaires est reliée au bout central du fil qui est enroulé sur la suivante.

Cette disposition est aussi celle adoptée par M. Rochefort dans ses transformateurs ordinaires, mais il l'a modifiée dans ses grands unipolaires, pour leur permettre d'être mis sans danger à la terre.

M. Rémond, comme nous l'avons fait remarquer déjà, prétend pouvoir en intercalant une résistance dans le circuit secondaire des anciennes bobines d'induction, leur donner la propriété d'être rendues unipolaires, mais il faut attendre le contrôle de l'expérience pour apprécier la valeur de sa découverte.

Pour augmenter la puissance ou la longueur de l'étincelle, on s'est demandé s'il ne serait pas possible de réunir plusieurs bobines. Cette idée n'est pas neuve; il y a plus de trente ans, Foucaud a relié ensemble quatre bobines en réunissant les hélices primaires, de façon à n'en constituer qu'une seule dont les spires seraient enroulées dans le même sens et en reliant les pôles des induits, de telle sorte que le pôle extérieur de chaque appareil fût réuni au pôle intérieur de l'appareil suivant.

Cette disposition permettait d'obtenir des étincelles de plus de 4 centimètres de longueur, alors que chacune des bobines ne fournissait qu'une étincelle n'atteignant pas 2 centimètres.

La construction si simple de ses unipolaires qui, nous l'avons vu, ne sont formées dans le petit modèle que d'une seule galette, a donné à M. Rochefort la facilité de

réunir deux de ces transformateurs et d'offrir ainsi au praticien l'avantage de pouvoir augmenter la puissance de l'étincelle ou sa longueur suivant le couplage de ces appareils en quantité ou en tension.

Pour bien comprendre le dispositif à employer, il suffit de se rappeler que la tension du circuit secondaire est moins forte au bout central où commence l'enroulement du fil fin qu'à son extrémité périphérique comme on le constate d'ailleurs en faisant éclater l'étincelle entre un conducteur relié au sol et l'une ou l'autre des extrémités du fil. Le bout central donnera une étincelle dix fois moins longue. Dans les transformateurs que nous étudions, cette extrémité est reliée à la borne supérieure qui donnera donc toujours la petite tension. Celle-ci pourra être positive ou négative suivant le sens d'arrivée du courant dans le circuit primaire.

C'est cette borne de petite tension, qu'il faut relier à la terre. On remarque qu'à l'autre borne correspondant au bout périphérique la tension augmente et qu'un tube de Crookes devenu trop dur recommence à s'éclairer si l'on établit cette communication avec le sol.

Pour accoupler en quantité deux de ces transformateurs on réunit les pôles primaires de noms contraires : soit par exemple le pôle positif du transformateur A recevant le courant positif d'une batterie d'accumulateurs, le pôle négatif sera relié au pôle positif du transformateur B et au pôle négatif de ce dernier s'attachera le fil qui ramène le courant à la borne négative de la batterie. Quant au circuit secondaire, on reliera simplement les deux bornes supérieures l'une à l'autre ainsi que les deux inférieures. Si on met le système à la terre, on fera communiquer avec

le sol l'un ou l'autre des fils primaires et la borne supérieure d'un des appareils.

L'accouplement en tension se produit en disposant le courant primaire de telle sorte que les deux pôles à grande tension ou périphériques du circuit secondaire soient de nom différents. Ils correspondent aux bornes inférieures entre lesquelles on recueillera l'étincelle dont la longueur sera alors doublée. Dans ce dispositif, si les deux transformateurs sont d'égale puissance, on remarquera que les bornes supérieures réunies entre elles ont une tension nulle et qu'on peut les toucher impunément.

Cette disposition est tout à fait nouvelle et l'absence de tension dans la partie moyenne du circuit secondaire peut paraître paradoxale. Nous sortirions de notre sujet en voulant l'expliquer. Retenons seulement les avantages qu'elle présente pour la radioscopie interne.

Il nous reste à parler des tubes ou ampoules dans lesquels l'électricité se transforme en rayons lumineux particuliers dits rayons de Röntgen.

L'étude de ces ampoules est très importante, car, de leur construction et de leur mode d'emploi dépend la réussite des examens radioscopiques et des épreuves radiographiques.

Primitivement constituées par un simple tube privé d'air et garnies à chaque extrémité d'électrodes en platine, elles ont été modifiées de mille manières par les différents constructeurs. Nous ne décrirons pas tous les modèles essayés, cette revue rétrospective n'offrirait aucun intérêt. Actuellement on se sert presque exclusi-

vement, en France du moins, du tube Muret bianodique et du tube Villard construit par Chabaud. Le premier de ces deux instruments est formé par une ampoule sphérique plus ou moins volumineuse présentant trois prolongements : l'un laisse passer une tige d'aluminium terminée par une cupule de platine par laquelle arrive le courant négatif : c'est la cathode. Les deux autres sont également munies de tiges métalliques de longueur inégale, terminées chacune par une petite plaque circulaire en platine. Celle qui est située dans la même direction que la cathode et la plus rapprochée d'elle est inclinée sous un angle de 45 degrés.

Selon l'état du vide dans l'ampoule ou selon la puissance de la bobine dont on dispose, on relie au pôle positif ces deux tiges ou seulement celle qui est la plus proche de la cathode.

Dans l'ampoule Chabaud-Villard, la forme de la cathode ressemble à un petit réflecteur, mais le perfectionnement le plus considérable réside dans la propriété que possède cet appareil de pouvoir régénérer les gaz absorbés, propriété des plus essentielles, comme nous le verrons bientôt.

Nous ne parlerons pas des tubes de Collardeau qui peuvent, avec des bobines de faible puissance, donner de bonnes radiographies de corps peu épais, car ils sont inutilisables avec les transformateurs puissants que nous préconisons.

Examinons maintenant le fonctionnement de l'ampoule. Si nous faisons passer le courant dans le sens indiqué plus haut, on voit que les deux moitiés de cette ampoule sont différemment éclairées ; l'une est claire et verte du

côté cathodique, et l'autre plus obscure du côté des anodes positives ; il semble qu'un cône lumineux vert parte du centre de la plaque anodique positive inclinée. Il est nécessaire que les pôles de l'ampoule soient reliés aux fils amenant le courant de la façon que nous venons d'exposer, car si l'on transpose les pôles, ce n'est plus l'anode positive qui reçoit les rayons cathodiques pour les transformer en rayons X, mais une partie des parois de l'ampoule, ce qui diminue la netteté des ombres projetées.

Si notre ampoule nous a été livrée par le constructeur au degré de vide convenable, nous apercevrons, au moyen de l'écran fluoroscopique, d'une manière bien distincte, le squelette de la main interposée, les os se détachant en gris foncé plus ou moins noir selon leur épaisseur, tandis que les chairs seront traduites sous la forme d'une zone plus claire.

Après un certain nombre d'examens, on voit les os devenir de plus en plus transparents et les chairs n'apparaître plus que comme un voile très clair. Que s'est-il donc passé ? Sous l'influence du courant électrique, les parois de l'ampoule et surtout les lames de platine ont absorbé la petite quantité de gaz nécessaire au bon fonctionnement de l'appareil. Dès lors, le courant passe plus difficilement et les rayons émis deviennent plus pénétrants. Au début, une lame de métal nous paraissait complètement opaque, maintenant elle est traversée, et on peut reconnaître les détails de sa structure.

Imbert et Bertin-Sans expliquent cette propriété des rayons de pénétrer de plus en plus les corps, à mesure que le nombre des molécules gazeuses diminue par l'hétérogénéité de ces rayons qui, comme ceux du spectre solaire,

seraient animés de vibrations de vitesse différente, de plus en plus grandes.

L'écran fluoroscopique sur lequel on aperçoit les ombres projetées des corps soumis à l'examen radioscopique est généralement constitué par une feuille de carton recouverte de petits cristaux de platino-cyanure de baryum, fixés au moyen d'un vernis et protégés par une lame de verre. Bien qu'un assez grand nombre de substances jouissent de la propriété de devenir lumineuses sous l'action des rayons X, le sel de platine est seul employé, car sa luminosité l'emporte de beaucoup sur le sulfure de zinc, le tungstate de calcium, le fluorure double d'uranyle et d'ammonium, et enfin sur le pentadécylparatolycétone, avec lequel Röntgen a fait ses premières expériences. Quelques-uns de ces corps conservent pendant plusieurs minutes la fluorescence produite par les rayons X, tel est le sulfure de zinc; le platino-cyanure, au contraire, la perd presque aussitôt qu'il n'est plus soumis à leur influence. Il est à remarquer aussi que les écrans confectionnés avec ce dernier sel deviennent moins lumineux après un séjour prolongé dans l'obscurité, il faut les conserver en pleine lumière.

Nous ne nous étendrons pas longuement sur les différents modèles de supports destinés à maintenir l'ampoule. Il suffit qu'ils présentent une certaine solidité et qu'ils permettent d'incliner l'ampoule dans tous les sens et de l'élever ou de l'abaisser à volonté et, bien entendu, que la substance dont ils sont composés soit peu conductrice.

CHAPITRE II

TECHNIQUE DE LA RADIOSCOPIE

Conformément au programme que nous nous sommes tracé, nous nous occuperons plus particulièrement de l'examen radioscopique. Nous essayerons de montrer quelle est la cause des insuccès et comment on peut y remédier.

Nous supposerons que l'opérateur, se conformant aux instructions données par le fabricant de la bobine, ait réuni les différents fils aux bornes qui leur correspondent. Avant de placer l'ampoule, on fera fonctionner l'appareil à blanc, c'est-à-dire en disposant les pointes qui se trouvent aux bornes du circuit induit de manière à produire des étincelles. Puis on fera passer dans l'ampère-mètre le courant fourni par la canalisation électrique ou par les accumulateurs et on l'amènera à l'intensité voulue au moyen du rhéostat.

Ces précautions prises, l'interrupteur sera mis en mouvement et le courant lancé dans la bobine. La longueur, l'intensité et la rapidité de la succession des étincelles serviront de guide pour augmenter ou diminuer l'ampérage et régler l'interrupteur. On reconnaîtra en outre le sens du courant, afin de réunir les extrémités de l'ampoule aux fils qui doivent y aboutir.

A défaut d'un instrument particulier, nommé indicateur des pôles, on peut faire jaillir l'étincelle entre les extrémités de deux fils de fer très fins, fixés aux deux bornes du circuit induit. Le fil correspondant au pôle positif rougit un peu, et celui qui correspond au pôle négatif fond en rougissant à blanc et forme une petite boule qui semble fuir devant l'extrémité du fil opposé.

On peut encore faire jaillir l'étincelle entre deux morceaux de braise de boulanger, le pôle négatif devient très brillant, tandis que le positif reste sombre mais très chaud et se recouvre de cendre. Enfin, on peut se contenter de faire passer le courant dans l'ampoule et, à la façon dont elle s'éclaire, on reconnaît si le sens du courant est convenable.

Le choix de l'ampoule est très important ; les remarques suivantes pourront le faciliter.

Celles qui donnent les meilleurs résultats ont une fluorescence transparente, tandis que celles qui produisent une luminescence d'un vert laiteux fournissent des images moins nettes. Depuis quelque temps, on trouve dans le commerce des ampoules qui présentent une lueur rougeâtre ou même bleue. Cette particularité tient à la composition du verre qui a servi à les fabriquer : l'alumine donne la teinte rose et la bleue est produite par les sels de plomb. Nous avons constaté que les premières émettaient des rayons très pénétrants et donnaient des images très nettes, tandis que les secondes sont bien plus opaques pour les rayons X.

Nous avons vu plus haut qu'une ampoule qui, au début de son fonctionnement, traduisait les os par des ombres bien accentuées ne donnait plus au bout de quelque

temps d'usage, qu'une silhouette très claire de ces mêmes os et qu'elle nécessitait un courant d'une tension plus forte pour s'illuminer. Cela tient, avons-nous dit, à l'absorption de plus en plus complète des gaz par les parois de l'ampoule et surtout par les plaques métalliques qui y sont renfermées.

On a reconnu qu'en chauffant cette ampoule, on mettait en liberté les gaz absorbés et on lui rendait ses qualités premières. Ce chauffage qui, au commencement, pourra être effectué en promenant à sa surface la flamme d'une lampe à alcool ou d'un bec de Bunsen, deviendra plus tard insuffisant et il sera nécessaire de la placer dans une étuve à une température de 120 à 150 degrés pendant un temps de plus en plus long. En renversant le courant dans l'ampoule, on peut aussi lui faire récupérer le gaz absorbé, mais cette opération, quand elle est un peu prolongée à l'inconvénient de donner au verre une teinte brune.

Enfin Virgiho Machado, dans une communication à l'Académie des Sciences (9 mai 1898) indique le moyen de tirer parti d'une ampoule devenue extrêmement dure en garnissant d'une lame métallique (feuille d'étain ou de plomb) la partie qui renferme la cathode.

Les constructeurs ont essayé un grand nombre de dispositifs pour restituer à ces appareils les gaz absorbés. Les uns ont soudé à l'ampoule un tube de verre contenant de la potasse, d'autres ont remplacé cette substance par du charbon ou par une lame de palladium. Plus récemment, Villard a fait construire par Chabaud une ampoule, d'après un principe nouveau. A une de ses extrémités est soudé un tube de platine qui la dépasse de quelques centi-

mètres. Si l'on chauffe ce tube au moyen d'une flamme de gaz d'éclairage, l'hydrogène traverse le métal chauffé, par osmose, et pénètre dans l'ampoule par cette voie. Pour obtenir, au contraire, un vide plus parfait, on entoure le tube de platine d'un manchon de la même substance, que l'on porte au rouge vif. Ce manchon absorbe les gaz contenus dans le tube et, par conséquent, ceux de l'ampoule avec laquelle il communique.

Malheureusement, de l'avis de plusieurs expérimentateurs, le fonctionnement de cet appareil est très délicat et son prix élevé ne compense pas les services qu'il peut rendre.

D'ailleurs, en ne surmenant pas les tubes Muret par de trop longues séances ou par un courant trop énergique, on peut les faire durer très longtemps tout en leur conservant leurs qualités. Mais il est très important que l'opérateur, par des expériences répétées, sache tirer tout le parti possible de son tube, en faisant varier le degré de pénétrabilité des rayons qu'il fournit. Il faut qu'il sache, comme fait le photographe avec son objectif, le mettre au point. Alors seulement, il pourra reconnaître les moindres altérations des organes et plus particulièrement des poumons et faire produire à ce mode si précieux d'investigation tout ce qu'il peut donner.

Est-il avantageux de faire rougir l'anode? Cette question est difficile à résoudre, car les résultats diffèrent beaucoup selon l'ampoule que l'on emploie; nous pouvons affirmer cependant, que nous avons vu souvent une ampoule devenue trop pénétrante donner des ombres plus foncées quand la plaque anodique atteignait la température du rouge vif. Il est bon toutefois, de ne pas dépasser cette teinte et

de laisser de temps à autre se refroidir la plaque, en arrêtant le fonctionnement de la bobine.

M. Breton a muni ses ampoules d'appareils à refroidissement, mais nous n'avons aucun renseignement sur la valeur de cette disposition.

En présence des nombreux procédés servant à évaluer la puissance éclairante d'une ampoule, il est difficile d'affirmer la supériorité de l'un d'eux, car chacun présente quelque avantage. En première ligne nous placerons les épreuves radiographiques obtenues en photographiant un écran composé de feuilles d'étain en nombre croissant. Si l'on se place dans des conditions sensiblement semblables, on peut évaluer, d'une manière suffisante pour la pratique, par l'examen du cliché, le degré de pénétrabilité des rayons X d'après le nombre des feuilles traversées par ceux-ci.

Quant à la décharge d'un électroscope par les rayons de Röntgen, c'est un procédé de laboratoire qui peut difficilement être mis en œuvre par le médecin. Il en est de même, si l'on mesure la puissance éclairante de l'ampoule par le temps pendant lequel certaines substances conservent leur fluorescence après avoir été exposées pendant quelques instants à ces rayons.

Les indications fournies par les écrans fluoroscopiques de Buguet ou de Brand auraient certainement une valeur plus pratique, si elles ne dépendaient pas autant de l'acuité visuelle de chaque opérateur et surtout de la durée du temps passé par celui-ci, dans la chambre noire. Comme l'ont montré Parinaud¹ et Béclère², la sensibilité de la

¹ *Revue générale des sciences*, avril 1898.

² *Les rayons de Röntgen*, p. 21 et suivantes.

rétine est augmentée considérablement par un séjour prolongé dans l'obscurité. Aussi faut-il avoir soin de recouvrir l'ampoule d'un voile noir et d'opérer dans une pièce privée complètement de lumière, le soir de préférence, si la chose est possible.

Pour pouvoir examiner l'image formée sur l'écran en plein jour, on se sert de petites chambres noires analogues à celles employées dans les appareils photographiques, mais les résultats ne sont jamais aussi bons que ceux donnés par l'examen dans une pièce obscure.

On démontre facilement que plus le foyer lumineux est petit, plus les ombres sont nettes. Dans la radioscopie, on se rapproche, autant que faire se peut, de cette condition, en disposant l'ampoule de façon que le plan de l'anticathode qui émet le rayon X ait une direction très oblique par rapport à celui de l'écran.

CHAPITRE III

ENDORADIOSCOPIE

Dans sa thèse si neuve et si intéressante, le D^r Bouchacourt a, le premier, traité avec détails de l'endoradioscopie et a constaté expérimentalement la possibilité de placer dans les cavités naturelles : bouche, rectum, vagin, des tubes producteurs des rayons X et de recevoir sur une plaque photographique l'image des corps interposés. Jusqu'ici, par suite du faible diamètre du tube employé, et, par conséquent, du peu de puissance de la lumière produite, on n'a pu que dans quelques cas apercevoir directement cette image au moyen de l'écran radioscopique. Il faut avoir recours à la photographie avec des temps de pose assez longs. Il est probable qu'au fur et à mesure que la fabrication des ampoules se perfectionnera, on pourra construire des modèles plus puissants et aussi d'un volume moindre, ce qui permettra leur introduction dans l'estomac et dans la vessie. Mais cette conception est loin d'être encore réalisée et il faut nous contenter de l'exploration des organes qui entourent les cavités citées plus haut.

En étudiant les machines statiques et les transformateurs unipolaires, nous avons montré l'importance du dispositif qui permettait de relier un pôle à la terre car,

sans cette précaution, il eût été impossible de supporter les commotions produites par l'ampoule ou les fils qui s'y attachent.

La forme et les dispositions intérieures de ces ampoules ont dû nécessairement être modifiées : la cathode et l'anticathode assez rapprochées occupent l'extrémité d'un tube dont la grosseur est appropriée au volume de la cavité qui doit le recevoir. Ce tube est renfermé dans un manchon en celluloïde transparent, qui lui-même est recouvert d'une enveloppe métallique perforée d'une ouverture ou fenêtre correspondant à la partie de l'ampoule qui émet les rayons X. Le tube métallique ordinairement construit en aluminium est isolée soigneusement par une garniture en ébonite du reste de l'ampoule avec laquelle il ne présente qu'un point de contact à l'extrémité de la tige qui supporte l'anticathode. Un fil métallique qui n'a pas besoin d'être isolé puisque la tension du courant qui le traverse est nulle, met un endroit quelconque de ce tube en communication avec le sol. Dans le modèle de M. Noé, ces différentes enveloppes sont séparées les unes des autres par une ocuche d'air.

Par suite de la position de l'anticathode à l'extrémité du tube, on n'en peut utiliser cette partie pour produire les rayons X, ce qui offrirait cependant de grands avantages pour l'examen de la bouche en particulier. Quand on se sert de la machine statique, ce dispositif est forcément imposé par la difficulté de mettre à la terre le pôle négatif où aboutit la cathode. Dans les transformateurs unipolaires, rien ne s'oppose à la transposition des places respectives de la cathode et de l'anticathode, et dès lors il est possible de diriger les rayons vers l'extrémité du tube,

puisqu'on peut à son gré rendre nulle la tension de l'un ou l'autre pôle en le faisant communiquer avec la terre. Les constructeurs devront s'engager dans cette voie qui élargira le champ d'examen de l'endoradioscopie.

La technique de cette méthode comporte quelques indications particulières. Avant l'introduction, il ne faut pas oublier de procéder à l'asepsie du tube que l'on recouvre ensuite d'une couche de vaseline. On dirige la fenêtre de l'appareil vers l'endroit à examiner, et l'on maintient celui-ci au moyen d'un support particulier inventé par M. Bouchacourt. Ce support est surtout indispensable quand l'ampoule est placée dans le rectum, à cause des mouvements d'expulsion qui se produisent.

On se rend compte du fonctionnement de l'appareil une fois mis en place par la fluorescence de la partie de l'ampoule située hors du corps.

Pour diminuer l'agrandissement de l'image et augmenter le champ d'éclairage du tube et, sans doute aussi, pour mieux l'isoler, M. Bouchacourt a imaginé de le placer dans un sac en caoutchouc qu'il gonfle une fois le tube mis en position. Les gaz jouant le rôle de renforçateurs, par rapport aux rayons de Röntgen, ce dispositif améliorerait aussi l'éclairage.

D'après cet auteur, un des plus grands inconvénients de l'emploi de la machine statique pour l'examen au moyen de l'écran réside dans la présence de l'étincelle dans le voisinage de la région à explorer.

Cet inconvénient disparaîtra facilement avec l'usage du transformateur unipolaire qui est relié sans interruption avec l'ampoule.

D'après ces renseignements un peu écourtés sur l'en-

doradioscopie, on voit qu'elle comporte, comme d'ailleurs tous les procédés nouveaux, d'assez grandes difficultés qui seront certainement aplanies quand son usage sera plus répandu.

Il nous paraît utile de passer rapidement en revue les indications que peut donner dès maintenant cette méthode nouvelle d'examen.

Placée dans la bouche, l'ampoule endoradioscopique, convenablement orientée, permettra de reconnaître le mode d'implantation des dents, le nombre de leurs racines, les divers odontomes, l'évolution de la dentition, et particulièrement de la dent de sagesse, source de tant d'accidents. Introduit dans le vagin ou le rectum, après avoir fait vider la vessie, cet instrument donnera l'image de la symphyse pubienne, dont l'importance est si grande en obstétrique. Les fractures du sacrum, du coccyx et du pubis seront aussi plus facilement révélées. On avait fondé de grandes espérances sur la possibilité de reconnaître la position du fœtus, de faire le diagnostic des grossesses gémellaires, mais jusqu'à présent les tentatives faites dans ce sens ont été vaines, et l'utérus gravide ne s'est pas laissé traverser par les rayons X.

Quant à la détermination des calculs de la vessie au moyen de l'endoradioscope, M. Bouchacourt n'en cite aucun exemple. Il est probable toutefois que cet examen donnera des résultats intéressants en déterminant non seulement leur nombre, leur volume et leur position, mais encore en nous fournissant d'utiles indications sur leur composition chimique.

On sait en effet que les calculs formés d'acide urique sont assez perméables aux rayons de Röntgen, ceux

formés de phosphate ammoniaco-magnésien le sont moins, tandis que ceux constitués par des sels de chaux sont opaques.

Est-ce à dire que ces résultats n'auraient pu être obtenus par la radioscopie pure et simple ? Sans doute, dans le plus grand nombre des cas avec les puissantes bobines que nous possédons, en utilisant certaines positions du malade comme celles décrites par M. de Bourgade¹, pour l'examen de la bouche et du bassin, on peut arriver au même but.

Nous avons vu une radiographie très nette du bassin d'un homme robuste très fortement musclé obtenue en moins de deux minutes, au moyen du transformateur de 50 centimètres d'éuincelle de Rochefort, le sujet étant simplement couché à terre. Cependant, il ne faut pas oublier que l'endoradioscopie est encore à ses débuts, et, si l'on se reporte aux résultats fournis il y a trois ans seulement par la radioscopie, on est en droit d'espérer que le nouveau procédé fera, comme son aîné, de rapides progrès et deviendra comme lui un des auxiliaires les plus utiles du praticien.

¹ Journal *les Rayons X*, n° du 16 avril 1898.

CHAPITRE IV

ACTION PHYSIOLOGIQUE ET PATHOLOGIQUE DES RAYONS X SUR L'ORGANISME

Après la période d'engouement qui a succédé à la publication de quelques cas de guérison par les rayons de Röntgen et qui en avait fait une sorte de panacée universelle, est venue une réaction en sens contraire qui, non seulement dénie à ces rayons toute propriété curative, mais encore les accuse de causer des désordres considérables sur le système cutané et d'occasionner des maladies de cœur.

En réalité, le sujet exposé à l'action de l'ampoule de Crookes subit plus ou moins l'influence de celle-ci, surtout lorsqu'elle est très rapprochée. Mais, comme nous le montrerons bientôt, les effets produits sont dus uniquement aux effluves électriques et les rayons X n'y sont pour rien.

Una décrit deux sortes de lésions de la peau consécutives à cette cause : une dermatite aiguë et une autre chronique. La première est assez rare, tandis que la seconde est relativement fréquente chez les démonstrateurs des nouveaux rayons et chez ceux qui essaient souvent leurs écrans en y projetant l'ombre de leurs mains.

Nous ne pouvons mieux décrire ces lésions chroniques,

qu'en citant textuellement la page que Londe consacre à ces accidents (*Traité pratique de radiographie*, page 196) : « La peau devient lisse, luisante, rouge violacé, offrant un peu la coloration des engelures.

« La surface en est durcie, comme parcheminée, la peau paraît un peu épaissie et se laisse plus difficilement déplacer sur les parties profondes. Les plis, rides et sillons sont très accentués, et le fond des plis, d'aspect blanchâtre, s'ulcère quelquefois. Il se produit alors quelque chose d'analogue aux crevasses survenant sous l'influence du froid. L'épiderme s'écaille et s'enlève par places. La face palmaire, chez l'un de nos sujets, présente le même aspect de sécheresse, de dureté et de plis blanchâtres.

« Les poils de la face dorsale de la main et des doigts ont complètement disparu et leur place est marquée par un point noir correspondant au bulbe pileux. Sur un de nos sujets, l'annulaire, muni d'une grosse bague en or, a conservé à ce niveau, à l'endroit circulaire recouvert par le bijou, l'aspect normal ; à la face dorsale existe une petite touffe de poils, les seuls qui persistent sur toute la main.

« Les ongles n'ont pas subi une altération moins profonde. Ils sont aplatis, amincis, friables, striés, comme plissés longitudinalement, et douloureux à la pression. On est en droit de se demander si, comme les poils, ils ne finiraient pas à la longue par disparaître.

« Les mouvements des doigts et de la main dans leur ensemble sont gênés par la raideur de la peau. On observe un léger degré de tremblement. La force musculaire est conservée, il n'y pas d'émaciation. Il n'existe pas de douleurs à proprement parler, mais une sensation de gêne et, par

instants, à l'extrémité des doigts, une sensation de serrement analogue à celle produite par des gants trop étroits.

« En même temps le sens du toucher est légèrement obscurci. Par contre, chez l'un de nos sujets le plus gravement atteint, il se serait développé une sensibilité spéciale. Il prétend reconnaître la présence et l'intensité des rayons X à une sensation de chaleur spéciale sur la main, sensation qu'il dit ne pas confondre avec les picotements des effluves électriques. »

Cette affection se serait développée, d'après M. Londe, d'une manière lente mais nettement progressive, et il a dû conseiller à ces sujets d'interrompre leurs expériences.

M. Destot attribue à cette sorte de dermatite une période d'incubation variant entre le sixième et le vingt-septième jour.

Si l'on soustrait le sujet à l'action de l'ampoule, au bout d'un temps plus ou moins long, variant de quinze jours à deux mois, tous ces accidents se dissipent sans laisser de trace. Si, au contraire, comme cela a été fait à plusieurs reprises dans un but thérapeutique, le malade continue à être soumis à l'influence du courant électrique, la peau devient sensible, rougit fortement, se couvre de phlyctènes plus ou moins abondantes et enfin se mortifie sous la forme d'une escarre noirâtre qui exige un temps assez long, trois semaines environ, avant de s'éliminer.

Outre ces lésions localisées aux endroits soumis directement aux effluves de l'ampoule, lésions qui offrent, comme on vient de le voir, la plus grande analogie avec celles produites par l'exposition de la peau à un feu ardent, d'autres accidents peuvent se manifester plus particulièrement sur le cœur et le système circulatoire.

M. Bouchacourt cite l'exemple de plusieurs constructeurs, obligés par leur état à supporter fréquemment l'influence des rayons X, qui se plaignaient de ressentir des palpitations insupportables, des battements de cœur très violents et irréguliers et enfin un sentiment d'angoisse tout spécial. Ces symptômes étaient d'ailleurs atténués, sinon supprimés, par une lame de plomb placée sur la poitrine. Ils n'étaient donc pas dus, comme on l'a dit, à l'ozone qui se produit toujours dans ces expériences. M. Bouchacourt explique ces phénomènes par l'action des rayons de Röntgen sur les nerfs vaso-moteurs. Ceux-ci seraient excités et augmenteraient ainsi la constriction des vaisseaux, d'où exagération de la pression sanguine et, par conséquent, troubles cardiaques divers.

Depuis trois ans déjà, M. Destot ¹ avait signalé l'action des rayons X sur l'organisme. Il avait constaté une augmentation de chaleur au point d'application, une plus grande fréquence du pouls passant de 75 à 125 pulsations. des impressions de vertige et une tendance insurmontable au sommeil, des décharges d'acide urique après chaque séance et enfin des troubles trophiques du système cutané.

Cependant ces accidents cardiaques ne sont pas constants; nous avons interrogé plusieurs personnes s'occupant très souvent de radiographie qui nous ont affirmé n'avoir jamais rien ressenti d'anormal du côté du cœur.

Dans une communication à l'Académie des sciences M. Bouchard ² a lu une note de M. Rivière qui, se basant

¹ *Société de médecine de Lyon*, janvier et mars 1897.

² *Comptes rendus*, mai 1897.

sur des tracés sphymographiques, tendait à démontrer que le rythme cardiaque n'était pas altéré, non plus d'ailleurs que la production des globules blancs.

Longtemps la cause de ces phénomènes fut attribuée aux rayons X. Mais les observations devenues plus fréquentes et les expériences répétées ont montré que les accidents observés étaient vraisemblablement sous la dépendance des effluves électriques qui se dégagent non seulement de l'ampoule, mais des fils conducteurs.

M. Destot¹ a, le premier, soutenu cette opinion en constatant que ces troubles étaient supprimés lorsqu'on avait soin de se placer à quelque distance de l'ampoule et qu'il suffisait, pour les empêcher, d'interposer entre celle-ci et le corps une feuille d'aluminium mise en communication avec le sol, cette feuille mince étant d'ailleurs parfaitement perméable aux rayons de Röntgen.

Cet expérimentateur habile a montré aussi que les phénomènes dont nous venons de parler ne se produisaient pas quand on se sert d'une machine statique.

M. V. Balthazard² a pu déterminer à volonté, sur lui-même et sur un chien les troubles trophiques décrits plus haut en approchant ses mains ou l'animal non de l'ampoule, mais des fils conducteurs.

Ces expériences nous semblent suffisamment concluantes et nous ne saurions admettre avec M. Schall³ que les rayons X soient le véhicule du courant électrique pour le transporter à travers les cellules épidermiques jusqu'au derme.

¹ *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 17 mai 1897.

² *Revue générale des sciences*, 30 novembre 1897.

³ Thèse de Lyon, 1897.

L'action des rayons qui nous occupent sur les yeux est aussi fort controversée.

On avait cru d'abord qu'ils ne pouvaient arriver jusqu'à la rétine parce qu'ils étaient arrêtés par le cristallin (on n'avait pas pensé qu'ils pouvaient pénétrer par la sclérotique), mais des recherches ont montré que l'on pouvait facilement radiographier des grains de plomb au travers de la lentille cristallinienne et on a dû abandonner cette hypothèse.

Pourquoi ne pas admettre que les longueurs d'onde des vibrations des rayons X sont trop courtes pour impressionner la rétine, comme on explique la non-perception par les nerfs sensitifs cutanés des courants à haute tension par suite de leurs alternatives trop fréquentes.

Quoi qu'il en soit, malgré les affirmations de Brandès de Halle, et de Murani de Milan, on n'a pas pu faire percevoir à des sujets opérés de cataracte la moindre sensation lumineuse des rayons de Röntgen. S'ils ont subi quelque impression, elle était due vraisemblablement aux effluves électriques. Les expériences pratiquées aux Quinze-Vingts par MM. Darier et de Rochas et par M. Guilloz, de Nancy, ne laissent aucun doute à cet égard.

CHAPITRE V

RADIOGRAPHIE

L'examen radioscopique ne laissant pas de traces, il peut être utile, dans certains cas, de conserver une épreuve photographique des lésions observées sur l'écran.

Nous indiquerons sommairement le matériel nécessaire à cette opération, ainsi que la technique qui est employée avec le plus de succès.

Le matériel indispensable se réduit à peu de chose; il se compose : 1° de plaques de verre, de pellicules ou de papier sensible au gélatino-bromure d'argent employés communément en photographie;

2° De feuilles de papier non opaque, dit papier à aiguilles;

3° D'une feuille de carton de 1 à 2 millimètres d'épaisseur verni ou paraffiné, de dimensions un peu plus grandes que celles des plaques dont on se sert;

4° D'une plaque de zinc bien plane, de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, de la même grandeur que la feuille de carton.

Il faut ajouter les cuvettes de développement et les châssis positifs ordinaires de dimensions appropriées au format de l'épreuve.

Technique.

La plaque photographique sera enveloppée avec soin dans une feuille de papier à aiguilles à la lumière rouge du cabinet noir, de façon à ce qu'il n'y ait pas de plis du papier du côté de la face revêtue de la couche sensible. C'est cette face qui sera recouverte par la feuille de carton, tandis que l'autre reposera sur la plaque de zinc. On assemble le tout au moyen de bracelets de caoutchouc pour les petits formats et de sangles pour les grands, de façon à avoir un bloc compact, en ayant soin que les liens soient placés tout à fait sur les bords pour que leur image n'apparaisse pas sur la plaque.

Ce châssis primitif mais suffisant sera installé sur une table solide, et la partie à radiographier sera en contact immédiat avec la feuille de carton. Il est indispensable que le sujet soit placé de telle sorte qu'il ne se fatigue pas et puisse garder la plus complète immobilité.

Ceci fait, on disposera l'ampoule de façon à ce que les rayons X émis par l'anticathode tombent bien exactement sur la plaque, la partie à radiographier occupant le centre de celle-ci. Quant à la distance de l'ampoule, elle varie, comme nous le dirons bientôt, suivant l'épaisseur du corps à radiographier. Plus cette distance sera considérable, plus l'image sera nette, mais aussi plus le temps de pose sera long ; de même aussi moins épais sera l'objet, plus près on pourra placer l'ampoule.

La durée du temps de pose est très variable et dépend d'un certain nombre de facteurs, dont les principaux sont :
1° la puissance de la bobine et l'intensité du courant qui

l'actionne; 2° l'état de l'ampoule; 3° la nature et l'épaisseur du corps à radiographier; 4° la sensibilité des plaques; 5° le fonctionnement de l'interrupteur.

Reprenons chacun de ces facteurs pour indiquer son importance :

1° Avec les transformateurs à étincelles de 50 centimètres, la pose sera très courte, un peu plus longue cependant quand l'intensité du courant des accumulateurs ou des piles tendra à diminuer après un certain temps d'usage.

2° Une ampoule un peu dure est préférable et permettra d'abrégér le temps de pose tout en donnant de meilleures images.

3° D'après C. Brandt¹, si l'on représente par 2 la durée du temps de pose nécessitée par la radiographie d'une main, on a l'échelle suivante :

Main.	2
Coude et jambe	5
Cuisse et épaule. . . .	10
Bassin et tête.	18

Ces mesures sont celles expérimentées sur le corps d'un adulte.

Londe² donne le tableau suivant qui indique le temps

¹ *La Radiographie*, n° du 10 décembre 1898.

² *Traité pratique de radiographie*, p. 18, 1897.

de pose en fonction de la distance de l'ampoule et de l'épaisseur de la partie à radiographier.

	Distance de l'ampoule	Durée d'exposition
Main et poignet .	10 à 15 centimètres.	1 à 2 minutes.
Coude	20 —	3 à 5 —
Bras entier . .	40 —	5 à 10 —
Epaule. . . .	40 —	10 —
Pied	15 à 20 —	3 à 5 —
Genou	25 à 30 —	10 à 15 —
Jambe entière. .	50 à 60 —	15 à 20 —
Thorax. . . .	60 à 80 —	15 à 30 —
Bassin	60 à 80 —	15 à 40 —
Tête de profil. .	60 à 80 —	15 à 30 —
Tête de face . .	60 à 80 —	20 à 40 —

Ces temps de pose ont été obtenus avec une bobine de 20 centimètres d'étincelle. En employant une bobine de 50 ou un transformateur de M. Rochefort de la même puissance et une très bonne ampoule, on peut poser dix fois moins de temps.

D'ailleurs, ces chiffres ne sont qu'approximatifs et la durée de l'exposition ne peut être appréciée que par quelques expériences préalables.

Les plaques du commerce donnant de bonnes épreuves photographiques instantanées peuvent toutes être utilisées en radiographie.

Il nous reste à parler de l'interrupteur. On a reconnu qu'un mouvement moins rapide que celui que nécessite la radioscopie donnait de meilleurs résultats pour l'obtention de l'image.

De l'avis des plus habiles opérateurs, on a une tendance à exagérer le temps de pose.

Il vaut mieux se servir d'un développeur énergique. Nous n'entrerons pas dans le détail des opérations photographiques proprement dites, nous serions forcément incomplet et, dans cette tâche, trop au-dessous de l'ouvrage cité plus haut de M. Loude, qui a traité magistralement cette question.

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATIONS CHIRURGICALES

Enumérer avec quelques détails toutes les applications des rayons de Röntgen à la chirurgie, depuis leur découverte, c'est-à-dire depuis trois ans à peine, serait déjà une tâche difficile et ardue, tant les chirurgiens de toutes les nations ont eu hâte de mettre en usage ce nouveau procédé d'investigation, dont ils pressentaient l'importance pour le diagnostic des lésions qu'ils sont appelés à guérir.

Au dernier Congrès de chirurgie¹, M. le professeur Gross, de Nancy, président, a montré dans son discours d'ouverture, que nous voudrions pouvoir citer en entier, tous les services que l'on peut attendre de cette nouvelle conquête de la science, qui apporte tant de précision et de sûreté dans le diagnostic des lésions osseuses et dans la recherche des corps étrangers. Apôtre convaincu de l'utilité des rayons X, il demande que tous les établissements hospitaliers soient dotés des appareils qui servent à les produire, et que l'on ne néglige en aucun cas de recourir

¹ 11^e Congrès (18 septembre 1898).

à ce procédé qui, dit-il, « permet de poser des indications précises, de vérifier les effets et les résultats de nos interventions avec une facilité et une netteté inconnues jusqu'à ce jour ».

RECHERCHE DES CORPS ÉTRANGERS

Les corps étrangers que l'on rencontre dans notre organisme ont deux origines : ils peuvent provenir du dehors comme les projectiles ou s'être développés dans l'intérieur de nos organes comme les calculs. Nous nous occuperons d'abord des premiers.

On ne compte plus les cas où, grâce à la radiographie ou à l'examen radioscopique on a pu déceler la présence d'une balle, d'une aiguille même à l'intérieur du corps, reconnaître dans les voies digestives une pièce de monnaie déglutie, suivre la marche d'un bouton de Murphy, au travers des circonvolutions intestinales. Mais, s'il est relativement facile de déterminer la position d'un corps étranger dans une partie du corps peu épaisse, comme la main, ou dans un canal comme l'œsophage, dont on connaît la situation et les rapports, il est loin d'en être ainsi quand ce corps est enfoui dans des masses musculaires considérables, à l'épaule, à la cuisse ou inclus dans la boîte crânienne.

Nous avons vu que, lorsqu'on ne disposait que de bobines d'induction de faible puissance, on était obligé de recourir à la radiographie, de prendre plusieurs épreuves photographiques dans des positions différentes pour pouvoir, au moyen de calculs et de figures géométriques, retrouver la place occupée par le corps étranger.

Des appareils ingénieux ont été imaginés dans ce but : tels sont ceux de MM. Contremoulins et Remy et de M. Mergier. Mais, depuis que la technique de la radioscopie a été rendue plus facile par l'emploi des bobines de grande intensité, un procédé nous paraît suffisant dans la majorité des cas, c'est celui que M. H. Morize a présenté à l'Académie des sciences ¹. Ce procédé consiste à définir la position du corps étranger par deux droites qui se coupent et dont les extrémités sont des points situés à la surface du corps du patient.

Celui-ci étant placé entre le tube et l'écran, on cherche une position telle que la balle, par exemple, se voie facilement. On prend alors un petit disque de plomb, rendu adhérent au moyen d'un peu de cire ou de diachylon; on le place sur la surface du corps tournée vers le tube et on déplace ce disque, jusqu'à ce que son image se superpose à celle de la balle sur l'écran radioscopique. On répète cette opération avec un autre disque sur le côté regardant l'écran. Quand les deux disques et le projectile ne projettent qu'une seule image, il est évident qu'ils se trouvent sur une même droite.

On tourne alors le sujet d'un certain angle arbitraire, 90 degrés environ, et on détermine de la même façon une autre droite dont l'intersection avec la première fixe la position du projectile. Les extrémités des deux droites sont déterminées sur la surface du corps par les disques de plomb, qu'on enlève ensuite et dont la place est marquée par un procédé quelconque : nitrate d'argent ou crayon dermatographique. Si on le juge utile, on reporte

¹ Séance du 31 janvier 1898.

ce tracé sur le papier et on peut, avec un mètre, mesurer exactement la distance du corps étranger à la surface dans les différentes directions.

Ce procédé est très exact, le projectile placé expérimentalement dans le crâne a été retrouvé avec une précision de 1 à 2 millimètres en quelques minutes.

On a eu aussi recours aux photographies stéréoscopiques obtenues en déplaçant l'ampoule d'une quantité connue à chaque épreuve, mais cette méthode ne donne des résultats concluants, que lorsqu'il s'agit d'examiner des parties du corps peu épaisses comme la main, le pied, le poignet et, dans ce cas encore, la radioscopie permet un diagnostic aussi exact en faisant varier la position de l'écran et en s'aidant des rapports du corps étranger avec les os voisins.

Il est cependant des cas où la radioscopie est obligée de céder le pas à l'épreuve photographique : c'est dans le cas où l'on a à rechercher la présence de grains de plomb de petit calibre dans l'œil. C'est par ce moyen que MM. Guichard et Radiguet¹ ont pu déceler la présence d'un plomb de chasse n° 6 au fond de la cavité orbitaire.

M. Bourgeois² a pu reconnaître aussi un grain de plomb n° 7 situé au fond de l'orbite. Ces constatations ont une grande importance dans la chirurgie oculaire et sont souvent impossibles à faire à l'aide de l'ophtalmoscope, car il survient le plus souvent à la suite de la blessure une hémorragie du vitré et une cataracte traumatique. En présence de symptômes d'ophtalmie, selon que le corps

¹ Communication de M. Garel (*Académie de médecine*, 19 novembre 1898.

² *Union médicale du Nord-Est*, n° 17, 1898.

étranger se trouve ou non dans l'intérieur de l'œil, on peut se décider à faire l'énucléation ou tenter la conservation. On prend d'habitude deux radiographies : dans la première, faite de profil, on applique la plaque sensible sur la joue du côté de l'œil blessé et l'ampoule est placée du côté opposé à 60 centimètres environ.

Pour obtenir la deuxième épreuve, la plaque photographique est mise devant l'œil et l'ampoule en arrière de la tête dans le prolongement axial de l'œil. Il est bon de fixer sur la tempe, au moyen de baudruche, un plomb de même calibre, qui sert, en quelque sorte, de témoin sur l'épreuve radiographique.

Ces recherches et d'autres encore faites sur le cadavre montrent que l'hypothèse de la non-perméabilité du cristallin aux rayons X est erronée et que ce n'est pas pour ce motif que la rétine ne perçoit pas ces rayons.

Les calculs du rein sont difficilement reconnus sur le vivant au moyen de l'écran fluoroscopique : nous n'en avons trouvé aucun exemple. Ce procédé a permis, en revanche, de déterminer la présence et le volume des calculs vésicaux, comme l'a montré M. Brun qui a pratiqué l'extraction d'un calcul volumineux dont la dimension et la position avaient été indiquées par la radiographie.

LÉSIONS OSSEUSES

Toutes les altérations des os, qu'elles soient sous la dépendance d'un processus morbide ou causées par un traumatisme, sont décelées avec la plus grande facilité par l'écran radioscopique.

Nous étudierons plus particulièrement celles dont la nature serait, peut-être longtemps encore, restée ignorée sans le secours des rayons X et celles dont le diagnostic réclame, pour être établi avec certitude, l'examen fluoroscopique.

Parmi les premières, il faut citer d'abord une singulière affection qui n'est guère observée que chez les militaires : nous voulons parler de ce gonflement douloureux, empêchant ou rendant la marche difficile, qui siège au niveau des métatarsiens médians et dont la diversité des noms, sous lesquels on l'a désigné, montre combien les chirurgiens sont peu d'accord sur son siège et sa cause.

Dans une thèse toute récente, M. Würtz ¹ rappelle les différents noms donnés à cette maladie. Les médecins militaires allemands, qui l'ont les premiers signalée, Breithaup et Wiesbach, la décrivent comme une entorse métatarsienne. Pour Laub, c'est une périostite due à la fatigue. M. Pauzat, dans les *Archives de médecine militaire*, en 1887, l'appelle périostite ostéo-plastique des métatarsiens. Poulet, dans le même recueil, lui assigne une origine rhumatismale. En 1891, M. le médecin major Martin, qui reprit cette étude, montre que ces lésions ne relèvent ni d'un défaut de la chaussure auquel Pauzat l'attribue, ni d'une influence rhumatismale ; elles seraient l'expression d'un traumatisme lent, chronique, résultant de fatigues non excessives mais souvent répétées. M. Nimmier semble adopter cette opinion en désignant cette affection sous le nom de pied forcé.

¹ *Contribution à l'étude des fractures des métatarsiens*, Lyon, 1878.

Les rayons de Röntgen sont venus dissiper toutes ces obscurités. Au Congrès international d'hygiène et de démographie de Madrid, en 1898, M. Stechow, médecin-major de la garde à Berlin, a établi que cette affection, dans la plupart des cas, n'était qu'une fracture des deuxième, troisième ou quatrième métatarsiens. Cette découverte explique les symptômes observés et l'on se demande maintenant comment les différents observateurs de cette lésion n'ont pas pensé qu'ils étaient dus à une fracture. En effet, tous les phénomènes morbides d'une rupture osseuse s'y rencontrent : enflure, œdème diffus, douleur vive localisée en un point dans la première période, puis gonflement ostéopériostique, qui n'est autre que le cal.

A notre avis, la seule considération qui ait pu détourner ces chirurgiens de croire à une fracture est l'absence, chez tous ces malades, de chute ou de traumatisme.

M. Stechow admet cependant l'existence d'une périostite ostéoplastique, qu'il a rencontrée sur treize soldats, chez lesquels l'examen radioscopique n'a montré qu'un épaississement de la diaphyse sans la moindre trace de fracture. Celle-ci était évidente au contraire sur trente-cinq malades appartenant tous à l'arme de l'infanterie. Chez le plus grand nombre (31), la cassure était transversale et quatre fois seulement oblique.

Cet auteur ne cite qu'une fracture longitudinale, encore celle-ci siégeait-elle sur le premier métatarsien et était-elle due sans doute à une cause directe, l'artilleur porteur de cette lésion étant tombé de cheval.

Dans beaucoup de cas, M. Stechow a pu obtenir quelques renseignements sur la cause de l'accident ; c'est

ainsi que certains ont attribué leur lésion au saut, à la gymnastique, mais surtout à la marche et n'ont pu fournir aucune indication.

Pour expliquer ce fait, cet auteur fait remarquer que les trois métatarsiens du milieu sont tellement contenus par leurs voisins et les parties molles de la plante du pied, qu'ils éprouvent peu de déplacement et que, souvent d'ailleurs, l'attention du soldat concentrée autre part ne lui laisse que peu de souvenir de la douleur survenue dans un faux pas. De plus, avec un peu d'énergie et quelques efforts musculaires, on peut, pendant quelque temps, marcher en s'appuyant exclusivement sur les bords interne ou externe du pied. Le résultat définitif de cette fracture ne laisse pas d'être assez sérieux puisque neuf de ces blessés ont dû être réformés.

Cette étude, qui intéresse tout particulièrement le service de santé de l'armée, a été reprise tout récemment par M. le médecin-major de première classe Boisson et M. Chapotot. Leur travail a été communiqué à l'Académie de médecine par M. le médecin inspecteur Kelsch ¹.

Comme M. Stechow, ces observateurs ont constaté des épaisissements dus à une ostéopériostite et des fractures avec chevauchement siégeant presque toutes sur le deuxième métatarsien. Sur les seize fantassins qui ont été soumis en septembre 1898, à l'hôpital Desgenettes, à l'examen radioscopique, ils ont reconnu aussi, qu'assez souvent, sept fois sur les seize cas qu'ils ont étudiés, la lésion ne consistait qu'en une entorse des articulations des deuxième et troisième métatarsiens, les neuf autres étaient atteints de fracture du deuxième.

¹ Comptes rendus, décembre 1898.

Leur pronostic est moins sévère que celui du chirurgien allemand, car tous ces malades ont guéri. Ils pensent aussi qu'il n'y a pas lieu de rattacher ces accidents à un saut ou à un choc, mais que la marche seule dans les conditions où l'exécutent les soldats, c'est-à-dire d'une façon prolongée et avec la charge de l'équipement suffit pour les déterminer.

D'autres fractures des os du pied ne peuvent guère être sûrement constatées qu'au moyen des rayons de Röntgen. M. Destot a publié une étude importante sur les fractures insoupçonnées de l'astragale¹. Sur quatorze cas observés, quatre fois seulement le diagnostic avait pu être fait. Comme le fait remarquer avec raison cet auteur, cette lésion passe souvent inaperçue, car il est très difficile de la déterminer par suite de l'empâtement général de la région, de la position profonde de l'os et surtout à cause des fractures malléolaires qui l'accompagnent souvent et sur lesquelles se porte l'attention du chirurgien. Aussi M. Destot recommandait-il chaudement dans tous les cas d'entorse, l'examen radioscopique qui, seul, peut déceler les fractures profondes.

Cette méthode lui a permis de reconnaître plusieurs variétés de fracture de l'astragale. Bien que ce soit ordinairement au niveau du col que cet os se brise, quelquefois c'est l'apophyse postérieure qui cède, comme il nous le montre dans une observation intéressante où la lésion n'a été reconnue qu'au moyen de la radiographie, car le malade ne présentait aucune déformation, pouvait marcher et n'accusait d'autre symptôme qu'une douleur au talon

¹ *Echo médical de Lyon*, 15 juin 1897.

quand il appuyait le pied sur le sol ou quand on comprimait la région calcanéenne à l'union du tiers postérieur avec les deux tiers antérieurs. Etudiant ensuite la cause de ces fractures, M. Destot prouve qu'elles se produisent toujours dans la flexion du pied sur la jambe, surtout quand vient s'y ajouter la rotation en dedans.

Les fractures du scaphoïde qui, comme le dit avec tant de justesse M. Destot, constitue l'astragale du poignet, devaient appeler aussi l'attention de cet éminent observateur. Dans un travail considérable, il a repris l'étude des fractures de l'extrémité inférieure du radius et a montré combien sont variables les lésions que l'on rencontre.

« La fracture du radius, dit-il, est le fait le plus saillant, celui qui frappe le chirurgien parce qu'il voit la déformation et que sa main lui donne toutes les sensations de la fracture, mais il ne voit ni ne sent la fracture de l'apophyse styloïde du cubitus, non plus que la subluxation ni la fracture du grand os, surtout du scaphoïde. » Dans les chutes sur la paume de la main, ce dernier tend à se briser par suite du redressement de sa courbure, comme l'astragale, ainsi que nous l'avons vu dans la flexion du pied sur la jambe.

M. Gallois s'inspirant des idées de M. Destot et s'appuyant sur l'expérimentation et sur l'examen radiographique, vient de montrer dans une thèse très documentée, combien grande est la multiplicité des lésions observées dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius; multiplicité qui tient non pas tant à la force agissante qu'à

¹ Thèse de Lyon, 1898.

son point d'application. Ce serait, d'après cet auteur, le déplacement de ce point d'application différant avec les attitudes de la chute qui déterminerait la variété des traits de fracture.

Nous ne suivrons pas plus loin ces auteurs dans l'étude critique du mécanisme de ces fractures. Nous nous contenterons d'indiquer l'importance de l'examen radioscopique dans leur traitement qui variera suivant l'étendue et la gravité des lésions reconnues.

A la fracture simple pourra s'appliquer le traitement ambulatoire et le massage de Lucas-Championnière, tandis que l'éclatement de l'épiphyse et les fractures multiples nécessiteront l'immobilité par l'application d'un bandage plâtré et une contention aussi exacte que possible.

L'examen radioscopique du poignet ou la lecture des radiographies de cette région n'est pas aussi facile qu'on pourrait le croire. C'est une anatomie nouvelle, comme le dit M. Destot, qu'il faut apprendre. La projection des os ne ressemble pas à ce que l'on observe sur le squelette sec. Il faut tout d'abord se familiariser avec les images données par le poignet normal vu à plat et de profil. Les épreuves stéréoscopiques peuvent être très utiles. Voici le procédé tel que le décrit Destot: « Grâce à un châssis spécial, dit-il, je prends deux points de vue sans déranger le sujet, puis, mes clichés développés sont transportés tout humides dans un châssis particulier qui permet de voir en relief immédiatement deux plaques 13 $\times$ 18. Il faut avoir le soin, lorsqu'on photographie le poignet de profil, ce qui permet d'apprécier les déplacements antéro-postérieurs, de mettre le radius contre la plaque pour éviter la déformation. »

Dans les traumatismes des grandes articulations, les renseignements fournis par les rayons de Röntgen seront tout aussi précieux. Souvent la tuméfaction, la douleur produite par l'exploration manuelle rendent l'examen difficile, sinon impossible, et laissent le diagnostic en suspens, tandis qu'un seul examen radioscopique suffit pour nous éclairer. Dans la chirurgie de guerre, cet examen sera plus précieux encore, car il permettra de reconnaître ces fêlures et ces fissures qui se produisent si fréquemment dans les os frappés par un projectile. Il nous dira si la fracture se prolonge jusqu'à l'articulation voisine ; nous indiquera les meilleurs moyens de coaptation et de contention à employer, puisque dans l'appareil même, à moins qu'il ne soit confectionné en plâtre ou en métal, nous pouvons examiner la position des fragments.

« Même dans les traumatismes anciens, quel que soit le temps écoulé, nous pourrions reconnaître, comme le rappelle le professeur Gross¹, la nature et toutes les particularités de la lésion primitive. L'écran radioscopique nous montre les caractères de la consolidation d'une fracture, les modifications de forme et de texture de ses fragments, la quantité et la qualité de la substance du cal. Au cas d'une consolidation vicieuse ou d'une pseudarthrose, il précise la position respective des os, le degré de leur chevauchement, de leur éloignement, leur épaissement par les efforts de la réparation ou leur atrophie et la raréfaction de leur tissu, l'interposition d'une esquille ou d'un faisceau musculaire. »

Ce n'est qu'au bout d'un temps assez long que l'on peut

¹ Gross, *loc. cit.*

se servir des rayons X pour constater la reproduction de la substance osseuse à la suite d'un évidement ou d'une résection, car l'os nouveau est presque aussi perméable à ces rayons que les masses musculaires voisines.

Le diagnostic des luxations est aussi grandement facilité par l'examen radioscopique. On sait, en effet, combien, à la suite d'un choc violent, il est difficile dans beaucoup de cas de reconnaître sûrement, si l'on se trouve en présence d'une fracture de la tête de l'os ou bien si l'on a affaire à une luxation, surtout quand celle-ci est compliquée par l'arrachement des apophyses voisines. Cet examen permettra de voir s'il se trouve des parties ligamenteuses ou musculaires interposées qui empêchent la réduction.

Dans les traumatismes des vertèbres cervicales où l'exploration manuelle est hérissée de dangers, la nouvelle méthode rendra de grands services. Dans ce cas, on projettera les rayons dans la bouche et la plaque ou l'écran seront placés derrière le cou et l'on répétera cet examen de profil.

M. Vitrac a rapporté à la Société d'anatomie et de physiologie de Bordeaux le résultat des recherches qu'il avait entreprises pour déterminer, au moyen des rayons X, les obstacles qui s'opposaient le plus souvent à la réduction des luxations complètes du pouce en dehors. Il a reconnu que cet obstacle n'était pas dû au sésamoïde, mais à l'accrochement du tendon fléchisseur sur la partie dorsale externe de la tête du métacarpien.

Les altérations morbides des os sont aussi aisément reconnues au moyen des rayons de Röntgen. Ils nous montrent avec détails les lésions de l'ostéomyélite, de la

tuberculose, de la syphilis osseuse et permettent de différencier nettement les modifications imprimées au squelette par la goutte et le rhumatisme, alors que les moyens de contrôle et d'examen habituels sont insuffisants pour établir un diagnostic certain.

Nous allons passer rapidement en revue les caractères de l'image radioscopique ou radiographique qu'offrent les os dans ces différentes affections. Dans l'ostéomyélite chronique, on reconnaît facilement l'hyperostose, les dépôts ostéophytiques et souvent un séquestre tranchant par son opacité avec la transparence un peu plus grande des formations osseuses plus récentes. Ces caractères si nets empêchent de confondre cette maladie avec certains ostéo-sarcomes à marche lente, qui présentent à peu de chose près les mêmes symptômes cliniques. Mais l'écran radioscopique décelera dans ceux-ci la raréfaction et la disparition de la substance osseuse ainsi que le néoplasme entouré de sa coque enkystante.

Les indications fournies par les rayons X seront aussi des plus utiles au chirurgien pour l'étude et le diagnostic de la tuberculose des os. Dans le mal de Pott, comme l'ont montré MM. Redard et Laran, ces rayons peuvent déceler les lésions tuberculeuses initiales et permettre ainsi leur traitement immédiat. Quand le mal est plus avancé, ils renseignent sur le nombre des vertèbres atteintes, sur l'étendue, la profondeur de ces lésions, sur les altérations des tissus et des organes voisins.

Plus tard, les tissus radiographiques indiquent l'importance des pertes de substance, l'existence de séquestres et

¹ Communication faite au Congrès de chirurgie, 23 oct., 1898.

de cavernes tuberculeuses, le degré et les causes d'inflexion du rachis. L'injection d'huile ou de vaseline iodoformée, se dessinant sous forme d'une ombre plus ou moins foncée, peut donner une juste idée de la grandeur, de la forme et de la position des abcès par congestion. Enfin, si le redressement de la gibbosité est tenté, la radioscopie montrera si le rachis s'est consolidé en bonne position et si la soudure est complète.

Dans la scoliose, MM. Redard et Laran¹ ont noté la déformation des corps vertébraux, du pédicule de l'arc postérieur, la direction des colonnes osseuses, l'état des noyaux et des cartilages épiphysaires. Ils ont constaté que le tissu osseux du côté concave est plus dense, à espaces médullaires plus resserrés que du côté convexe et que, contrairement à l'opinion admise jusque dans ces derniers temps, le tissu osseux de la vertèbre, du côté concave, loin d'être atrophié est le siège d'une hypernutrition et d'une ostéogénèse beaucoup plus marquée que du côté convexe.

Dans la coxalgie, la position profonde de l'articulation, les muscles épais qui l'entourent rendent difficile l'examen clinique ; ici encore, l'écran radioscopique nous fournira des renseignements exacts sur la nature, le siège et l'étendue des lésions.

Suivant que la maladie sera plus ou moins avancée, nous apercevrons l'atrophie du fémur et du bassin du côté atteint, facilement reconnaissable à la teinte plus claire des ombres. Les fongosités apparaîtront sous forme de

¹ *Loc. cit.*

² Thèse de Lyon, 1898.

taches foncées. Enfin, il nous sera possible de nous rendre compte de l'état de la tête du fémur et de la cavité cotyloïde. M. Gardette¹ est d'avis qu'il est impossible de reconnaître s'il existe un séquestre ou si on est seulement en présence d'un noyau caséeux.

Il existe une forme d'arthrite sèche tuberculeuse qui est souvent confondue avec le rhumatisme déformant et sur laquelle M. le professeur Poncet a appelé l'attention. M. Destot¹ a montré qu'elle est reconnaissable par la radiographie et ajoute que, si souvent la tuberculose est l'aboutissant du rhumatisme déformant, souvent aussi elle existe seule et simule le rhumatisme.

Dans sa thèse sur les rayons de Röntgen, M. Robert² donne une observation intéressante de cette affection. La malade, qui en fait l'objet, était soignée depuis plusieurs années pour un rhumatisme déformant qui paraissait évident à première vue, bien que le gonflement péri-articulaire fût plus mou que d'habitude. L'examen radioscopique montra manifestement l'existence de la tuberculose qui était traduite par les signes suivants : irrégularité de l'invasion du processus, striation osseuse irrégulière, points blanchâtres, infiltrés, épaississement du tissu péri-articulaire.

M. Destot³ s'est particulièrement occupé du diagnostic au moyen de la radiographie des lésions articulaires. Nous résumerons les caractères qu'il assigne à chacune

¹ *La Radiographie*, n° du 10 mai 1898.

² *Des rayons de Röntgen en médecine et en chirurgie* (thèse de Paris, 1898).

³ *Loc. cit.*

d'elles. La polyarthrite déformante chronique est révélée par le gonflement des têtes osseuses articulaires, l'élargissement régulier des mailles osseuses et enfin par la disparition du cartilage diarthrodial. Les nodosités d'Héberden sont reconnaissables par l'aplatissement de la phalangette sur la phalangine dont la tête présente, au niveau des attaches ligamenteuses, des stalactites osseuses latérales qui s'allongent démesurément en forme de corne grêle, qui parfois se casse et reste au milieu des tissus comme un sésamoïde accessoire. Ces lésions coexistent avec l'athérome et M. Destot leur assigne la même étiologie.

L'image d'une articulation envahie par le processus goutteux est bien différente : au début, on aperçoit des taches blanches péri-articulaires, qui augmentent peu à peu de volume ; plus tard, elles envahissent la substance osseuse qui présente alors des îlots transparents au milieu de taches plus sombres formées par les travées osseuses. D'après cet auteur, la syphilis osseuse, en dehors de la gomme typique, a un caractère spécial facilement reconnaissable sur l'épreuve radiographique et consistant en une teinte plus foncée de l'os tenant à une sorte d'éburrination.

Pour terminer cette étude des applications chirurgicales des rayons X. nous pourrions rapporter plusieurs observations où ils ont été utilisés pour le diagnostic des tumeurs. Mais sauf dans les poumons dont la texture permet de reconnaître la moindre altération morbide qui se traduit par une ombre plus ou moins foncée, la pratique de l'exploration des viscères au moyen de l'écran radioscopique est encore hérissée de difficultés et

demande une expérience et une habitude très grandes. Sans doute les perfectionnements incessants que l'on apporte aux instruments rendront cet examen plus facile et nous pourrons tirer dès lors, de ce merveilleux procédé, tout ce que nous sommes en droit d'en attendre.

CONCLUSIONS

I. Dans la pratique courante chirurgicale, l'examen au moyen de l'écran radioscopique présente plus d'utilité en général que la radiographie.

II. Les bobines d'induction de grande puissance donnant une étincelle d'une longueur de 50 centimètres devront être employées de préférence, car seules elles permettent de reconnaître immédiatement *de visu* un projectile au travers du crâne et des masses musculoso-seuses du bassin.

III. Les nouveaux transformateurs unipolaires de MM. Wydtz et Rochefort peuvent remplacer les machines statiques dans toutes leurs applications. Ils constituent un progrès par leur rendement électrique plus élevé, par les résultats radioscopiques qu'ils donnent, par leur petit volume, et leur poids moindre. Ces dernières considérations en indiquent nettement l'application dans la chirurgie de guerre.

IV. Ces appareils peuvent être accouplés en tension ou en quantité et, par conséquent, permettre à l'opéra-

teur d'augmenter à son gré la longueur ou l'intensité de l'étincelle. Les deux pôles de ces transformateurs unipolaires peuvent indifféremment être reliés au sol, d'où la possibilité de varier la position respective de la cathode et de l'anti-cathode dans les tubes endoradioscopiques et de projeter ainsi les rayons X dans tous les sens.

V. L'endoradioscopie est une méthode qui a certainement un grand avenir, mais actuellement elle n'est pas assez perfectionnée pour remplacer la radioscopie et la radiographie à distance.

VI. Les applications chirurgicales de la radioscopie sont nombreuses. Elle s'impose dans la recherche des corps étrangers, dans le diagnostic de certaines fractures et de certaines luxations. Son utilité est indiscutable dans l'examen des lésions osseuses chroniques.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
PONCET.

Vu :

LE DOYEN
LORTET

Vu, et permis d'imprimer
LE RECTEUR,
G. COMPAYRÉ.

